

중수로 원전의 주기적안전성평가를 위한 안전심사지침 개발 Development of PSR Review Guides for CANDU Reactors

김만웅, 안상규, 김효정, 하종태, 김효중^a, 노희영, 진태은^b

a 한국원자력안전기술원, 대전광역시 유성구 구성동 19

b 한국전력기술(주), 경기도 용인시 구성읍 마북리 360-9

1. 서론

주기적안전성평가(Periodic Safety Review: PSR)는 가동중인 원자력발전소에 대해 가동연수의 증가와 노후화에 따른 안전현안의 발생, 경험적 지식의 축적, 안전개념의 변천에 따른 안전기준의 변화 및 해석기법의 진보 등을 고려하여 주기적으로 수행하는 종합적이고 체계적인 안전성 평가활동이다[1]. 우리나라에서는 국제기준에 부합하는 안전성을 확보하고 대 국민 이해 및 신뢰도 제고를 위해 PSR의 수행을 법제화하고 과기부 고시 2002-5의 추진일정에 따라 10년 이상 원전을 대상으로 PSR을 수행하고 있다.

한편 PSR의 법제화 추진과 병행하여 PSR 심사에 대비하여 가압경수로형 원전의 PSR 평가지침 개발이 이루어진 바 있다[2]. 그러나 동 지침서를 중수로형 원전의 PSR에 적용하기에 계통의 구조와 특성상의 차이와, 국내 원전의 약 25%를 차지하는 중수로 원전에 대한 중요성을 고려 중수로형 원전 PSR 고유의 심사 지침개발이 필요하다는 문제들이 제기되었다. 이에 따라 경수로 지침의 개발경험과 중수로 원전의 계통구조 및 해당 특성을 고려하여 체계적이고 독자적인 안전평가지침 개발을 추진하여 왔다[3]. 중수로형 원전용 PSR 심사지침서는 PSR의 11개 안전인자 중 현재 물리적 상태, 운전경험 및 연구결과의 활용 등을 포함한 경년열화 평가 분야에 대해서 안전심사지침개발을 완료하였고, 현재는 이외의 분야에 대한 지침을 개발 중에 있다. 본 고에서는 중수로 원전에 대한 PSR 안전평가지침의 개발현황과 향후 추진계획을 소개하고자 한다.

2. 안전심사지침 개발 방향

우리나라는 IAEA Safety Series No. 50-SG-O12를 기반으로 2001년 PSR의 법제화를 완료하였으며 PSR의 평가주기, 평가내용 및 평가방법 등에 대한 사항은 원자력법(법률 제6354호, 2001.1.16), 원자력법 시행령(대통령령 제17304호, 2001.7.16) 및 원자력법 시행규칙(과기부령 제29호, 2001.7.25) 등 법령에 규정하였다.

중수로형 원전용 PSR 안전심사지침은 상기의

관련 법령에 근거하여 크게 일반지침과 세부지침으로 구분하여 개발하였다. 일반지침에서는 PSR의 수행배경, 평가방법 및 범위, 기술기준 및 보고서 구성 등 일반사항을 기술하고 세부지침에서는 발전소 현황, 경년열화 평가, 기기검증, 방사선 방호 및 폐기물 관리, 안전성 분석, 발전소 운영과 관련한 해당 지침을 기술하였다.

특히 중수로 안전평가지침의 세부지침에 대한 구성체계와 작성수준의 결정을 위해 기존의 경수로 형 PSR 심사지침에서 제기된 문제점의 보완, 중수로 고유의 계통, 구조물, 기기(SSC: System, Structure, and Component)에 대한 특성, 기존 경수로형 PSR 심사 지침의 작성경험 활용, 규제기관과 발전운영자의 평가경험 반영 등을 고려하여 종합적인 검토를 수행하였다. 동 검토결과 지침의 구성체계는 SSC 단위로 구성하고 작성수준은 발전운영자의 평가 및 규제심사에 융통성 있는 적용이 가능하도록 함축적이며, 포괄적으로 기술하는 방안이 가장 적합한 것으로 분석되었다. 이에 따라 중수로 안전평가지침은 SSC 단위로 구성하고 경년열화 평가 이외의 분야에 대해서는 PSR의 나머지 안전인자들을 고려하여 크게 발전소 현황, 기기검증, 방사선 방호 및 폐기물 관리, 안전성 분석, 발전소 운영 분야로 구성하였다.

3. 안전평가지침 개발 현황

중수로형 원전의 PSR 안전심사지침은 경수로 원전의 안전심사지침과 일관성을 유지할 수 있도록 일반지침과 세부지침으로 구성하였다. 일반지침은 PSR의 추진배경, 평가방법 및 범위, 기술기준 및 보고서 작성, 시정조치 등 일반사항과 시행에 관한 사항을 포함하고 있다. 세부지침은 PSR의 11개 안전인자를 고려하여 중수로 원전에 대한 PSR 수행 및 규제심사에 활용할 수 있도록 발전소 현황, 경년열화 평가, 기기검증, 방사선 방호 및 폐기물 관리, 안전성 분석, 그리고 발전소 운영 분야의 6개 장으로 분류하였다.

경년열화 평가 분야에 대한 세부지침은 대상설비 선정기준을 포함하여 SSC를 원자로집합체, 원자로 공정 계통 등 9개의 절로 구분하고 총 21개 항목을 대상으로 개발하였다. 이 중 핵연료 채널, 원자로집합체, 공급자관 등 중수로 고유의 설비와

관련해서는 IAEA의 TECDOC 문서, 캐나다 및 국내의 평가경험을 활용하여 작성하였으며 기존 경수로형 PSR 심사지침의 보완을 통해 적용이 가능한 항목과 경수로 및 중수로에 공통으로 적용할 수 있는 항목에 대해서는 IAEA의 관련 문서[4,5], NUREG-1800, -1801[6,7], 캐나다 등 국내외의 평가경험을 근거로 개발하였다.

한편 경년열화 평가 이외의 발전소 현황, 기기검증, 방사선 방호 및 폐기물 관리, 안전성 분석, 발전소 운영 분야의 안전평가지침에 대해서는 국내의 관련법규와 현재 국내에서 통용되고 있는 IAEA를 포함한 해외의 관련 규정을 근거로 개발하였다.

본 안전심사지침서에 대해서는 적용에 따른 문제점과 적합성을 확인하기 위하여 여러 차례에 걸쳐 한국원자력안전기술원의 자체검토와 외부 전문가의 의견을 수렴하여 왔다.

4. 안전평가 항목별 지침 보완 추진계획

중수로 원전의 PSR를 위한 안전평가지침은 일반 지침과 경년열화 평가 분야 등대한 세부지침을 개발, 완료한 상태이나, 발전소 현황, 기기검증, 방사선 방호 및 폐기물 관리, 안전성 분석, 발전소 운영 분야 등에 대한 세부지침은 안전심사의 경험 등을 반영하여 지속적으로 보완할 예정이다.

현재 안전성 분석의 “안전성능”, “안전해석” 등의 분야에 대해서는 현행 일반지침 및 상세지침에 추가하여 세부 보완지침을 개발중에 있다.

한편 중수로 원전의 PSR 안전평가지침 초안을 영문화하여 캐나다의 규제경험과 최근 안전현안에 대한 규제전문가의 의견반영을 위해 캐나다 CNSC (Canadian Nuclear Safety Commission)의 독립검토(Peer Review)와 IAEA의 기술문서화를 추진중에 있다.

5. 결 론

국내의 원자력관련 법규에 따른 중수로 원전의 PSR를 위한 안전평가지침 개발을 위해 IAEA의 관련 지침 및 문서, 캐나다 등 중수로 원전 보유국의 평가경험, 국내외의 관련 지침을 기초로 다음과 같이 수행하였다.

- 중수로 안전평가지침은 현행 원자력관련 법규를 기준으로 발전운영자의 평가 및 규제기관의 심사에서 융통성 있게 적용할 수 있도록 포괄적이고, 함축적으로 작성하였다.

- 일반지침과 세부지침으로 안전평가지침을 구분하고 일반지침에서는 PSR과 관련한 배경, 평가방법 및 범위, 기술기준 및 보고서 구성 등 일반사항을 세부지침에서는 크게 발전소 현황, 경년열화 평가, 기기검증, 방사선 방호 및 폐기물 관리, 안전성 분석, 발전소 운영으로 구분하여 지침을 구성하였다.
- 세부지침의 경년열화 평가 분야와 관련해서는 대상기기 선정기준을 포함하여 안전관련 SSC에 대해 세부 안전평가지침 항목으로 구성하되 발전소 전체 계통에 걸쳐 산재해 있는 설비들은 그룹화하였다.
- 경년열화 평가 이외의 발전소 현황, 기기검증, 방사선 방호 및 폐기물 관리, 안전성 분석, 그리고 발전소 운영 분야는 14개 세부 안전평가지침 항목으로 구성하였다.

향후 본 중수로에 대한 안전평가지침에 대해서는 캐나다 CNSC의 독립검토와 한국원자력안전기술원 실무부서의 검토, 산업계 및 학계 전문가들의 의견을 수렴하여 보완할 계획이다. 또한 월성 1 호기를 포함하여 선행호기에 대한 PSR 심사과정에서 도출된 현안들을 반영, 보완할 예정이다.

참고문헌

1. IAEA, Periodic Safety Review of Operational Nuclear Power Plants, A Safety Guide, Safety Series No. 50-SG-012, Vienna, 1994
2. 한국원자력안전기술원, 가동원전 경년열화 안전평가지침 개발, KINS/HR-376, March 2001
3. 한국원자력안전기술원, 가동중 중수로 경년열화 안전평가지침 개발, KINS/HR-525, March 2003
4. IAEA, Assessment and Management of Ageing of Major Nuclear Power Plants Important to Safety: CANDU pressure tubes, IAEA-TECDOC-1037, 1998
5. IAEA, Assessment and Management of Ageing of Major Nuclear Power Plants Important to Safety: CANDU Reactor Assemblies, IAEA-TECDOC-1197, Feb. 2001
6. USNRC, Standard Review Plan for the Review of License Renewal Applications for NPPs, NUREC-1800, April 2001
7. USNRC, Generic Ageing Lessons Learned (GALL) Report, NUREC-1801, April 2001